

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

EP 1 001 507 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
17.05.2000 Bulletin 2000/20

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H02K 1/27, H02K 1/28

(21) Numéro de dépôt: 99122255.5

(22) Date de dépôt: 08.11.1999

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 13.11.1998 FR 9814442

(71) Demandeur:  
Conception et Développement Michelin  
1762 Givizier (CH)

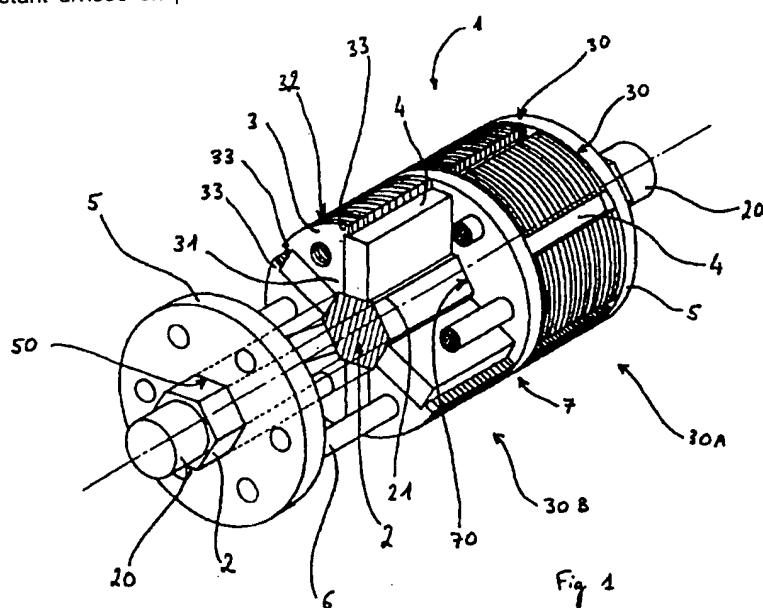
(72) Inventeur: Varenne, Pierre  
1740 Neyruz (CH)

(74) Mandataire: Bauvir, Jacques  
Service SGD/LG/PI-LAD  
63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR)

### (54) Machine électrique dont le rotor est spécialement adapté aux hautes vitesses

(57) La machine électrique tournante proposée est du type à aimants enterrés et à concentration de flux. Le rotor 1 comporte des tôles ferro magnétiques 3 assemblées et retenues sur l'arbre 2 par des tirants 6 enserrant chaque pièce polaire entre les flasques latéraux 5. La machine comporte un flasque intermédiaire 7, chaque pièce polaire étant divisée en plusieurs secteurs

30A, 30B alignés axialement et séparés par un flasque intermédiaire. Un arbre 2 hexagonal traverse chaque flasque intermédiaire par un évidement central 70. Chaque flasque intermédiaire est traversé par au moins un tirant 6 par pièce polaire.



EP 1 001 507 A1

**Description**

[0001] L'invention se rapporte aux machines électriques tournantes dont le rotor comporte des aimants permanents. Plus précisément, l'invention concerne les machines dans lesquelles les aimants sont disposés dans des évidements du rotor. On désigne communément les machines électriques dont il s'agit par l'expression "à aimants enterrés". Ce principe d'agencement du rotor est largement appliqué pour les machines synchrones auto pilotées à concentration de flux.

[0002] Le dimensionnement d'une machine électrique tournante dépend de son couple nominal. Plus le couple qu'un moteur est capable de délivrer est élevé, plus le moteur électrique est volumineux, toutes autres choses égales par ailleurs. Il existe pourtant des applications pour lesquelles il est désirable d'atteindre à la fois des puissances importantes et une grande compacité du moteur. Pour donner simplement un exemple concret, lorsque l'on souhaite implanter des moteurs électriques de traction dans les roues de véhicules automobiles, il est souhaitable de pouvoir développer des puissances valant au moins 10 kW par moteur, et même la plupart du temps au moins 25 ou 30 kW par moteur, pour un poids le plus faible possible afin de ne pas trop alourdir les masses non suspendues. Il est également désirable que l'encombrement soit aussi très réduit, dépassant le moins possible le volume intérieur de la roue pour ne pas interférer avec les éléments du véhicule lors des débattements de suspension et lors d'autres types de mouvement de la roue par rapport à la caisse du véhicule.

[0003] Ces deux impératifs (puissance élevée, encombrement et poids faibles) rendent très problématique l'implantation de moteurs électriques de traction dans les roues de véhicules de tourisme, sauf à améliorer radicalement le rapport poids/puissance des machines électriques actuellement disponibles sur le marché.

[0004] Le choix d'une vitesse élevée pour un moteur électrique est une solution permettant, à puissance donnée, de diminuer le couple, donc l'encombrement. Autrement dit, pour une puissance nominale du moteur donnée, plus grande est sa vitesse de rotation nominale, plus faible sera son encombrement. Mais l'élévation de la vitesse de rotation d'une machine électrique tournante pose de nombreux problèmes de tenue mécanique, surtout ardu si l'on souhaite contenir autant que possible le poids et l'encombrement de ladite machine électrique tournante.

[0005] L'objectif de l'invention est de proposer une construction de machine électrique tournante qui permette d'atteindre des vitesses de rotation élevées, au moins par exemple jusqu'à 12000 tours par minute, sans rencontrer de problème ni de passage de couple ni de centrifugation au rotor.

[0006] Selon l'invention, la machine électrique tournante, comprenant une enveloppe extérieure formant structure de support contenant un stator, comprend un

rotor comprenant:

- un arbre réalisé en une seule pièce, en matériau amagnétique, monté par des paliers sur l'enveloppe extérieure, lesdits paliers définissant un axe de rotation dudit arbre,
- un ensemble comportant une pluralité de pièces polaires entourant l'arbre et des aimants permanents, les pièces polaires délimitant entre elles des logements allant de la surface de l'arbre jusqu'à l'entrefer entre rotor et stator, lesdits logements contenant lesdits aimants permanents,
- un flasque latéral de chaque côté dudit ensemble axialement, l'arbre traversant ledit flasque latéral par un évidement central aménagé sur ledit flasque latéral,
- au moins un tirant par pièce polaire, traversant chaque pièce polaire et permettant de les enserrer entre les flasques latéraux,

dans laquelle ledit arbre, vu en section perpendiculaire à l'axe de rotation, forme une figure non circulaire convexe, coopérant avec ledit ensemble pour l'immobiliser en rotation relative par rapport audit arbre.

[0007] La conformation de l'arbre permet un passage du couple directement depuis les pièces polaires vers l'arbre, au moins de façon localisée ou de préférence sur toute la longueur axiale des pièces polaires. L'arbre, vu en section perpendiculaire à l'axe de rotation, forme de préférence un polygone convexe régulier, comportant des facettes planes séparées par des arêtes. Chaque pièce polaire, vue en section perpendiculaire à l'axe de rotation, présente alors des bords sensiblement radiaux en regard des aimants et, en regard de l'arbre, forme un angle rentrant destiné à centrer ladite pièce polaire sur l'une des arêtes de l'arbre. Une figure polygonale hexagonale est tout particulièrement favorable au passage du couple depuis les pièces polaires vers l'arbre tout en assurant une bonne compacité de l'arbre.

[0008] L'invention sera mieux comprise par la description d'un exemple donné à titre non limitatif, en se référant au dessin annexé sur lequel:

la figure 1 est une perspective montrant le rotor d'un moteur selon l'invention.

[0009] Au dessin, on a représenté une machine hexa-polaire, dont on voit le rotor 1, l'arbre 2 et la position des paliers 20. On voit des tôles 3 ferro-magnétiques assemblées en six pièces polaires 30. Chaque tôle est sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'arbre. Notons simplement au passage que l'invention est aussi utile dans le cas de pièces polaires massives. De part et d'autre de l'arbre 2, axialement, on voit un flasque latéral 5 (de préférence en matériau amagnétique), situé de chaque côté des pièces polaires 30. Chaque flasque latéral 5 a un évidement central dont la forme

enveloppe extérieure formant structure de support contenant un stator, ladite machine comprenant un rotor (1) comprenant:

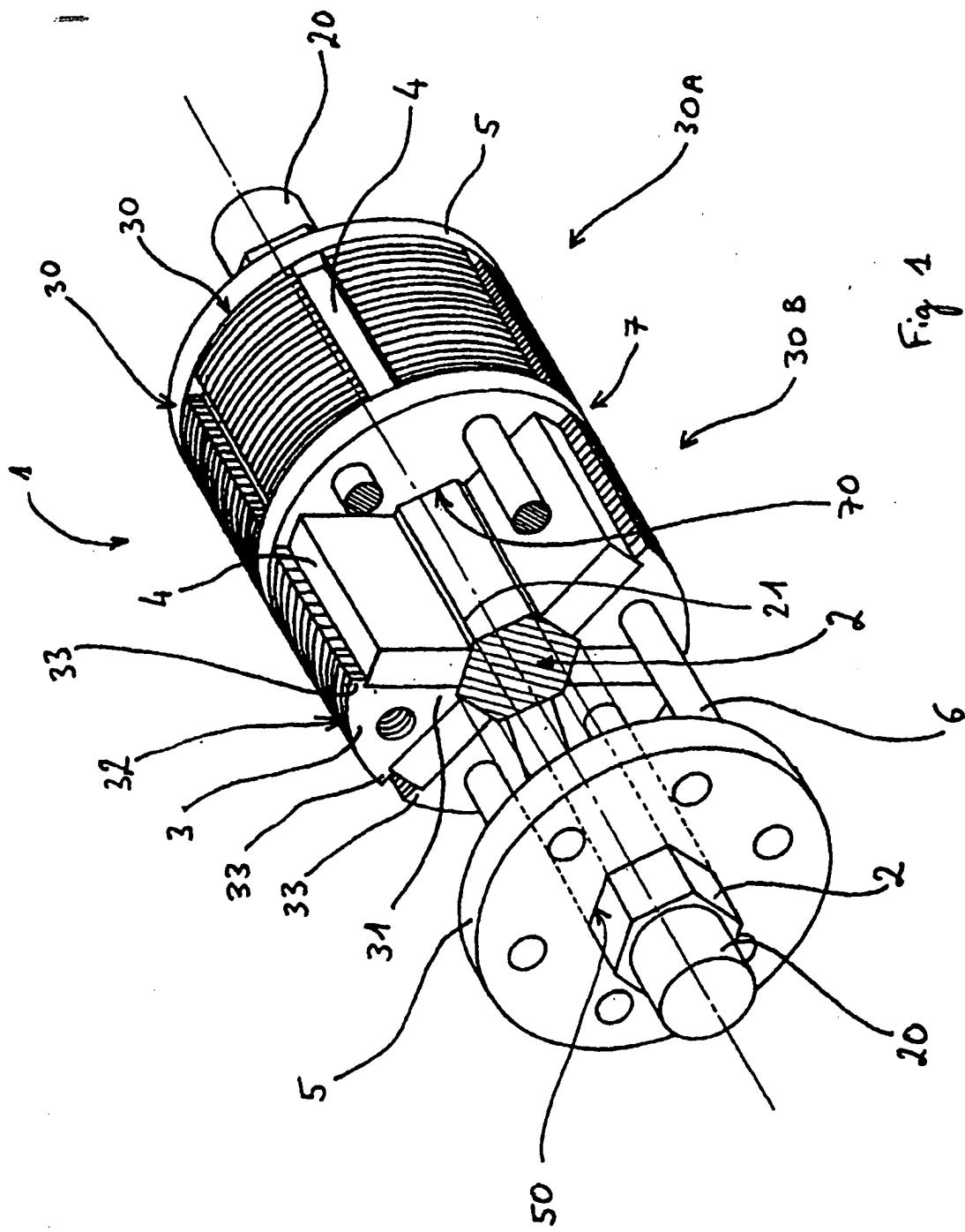
- un arbre (2) réalisé en une seule pièce, en 5 matériau amagnétique, monté par des paliers (20) sur l'enveloppe extérieure, lesdits paliers (20) définissant un axe de rotation dudit arbre,
- un ensemble comportant une pluralité de pièces polaires (30) entourant l'arbre et des aimants permanents (4), les pièces polaires délimitant entre elles des logements allant de la surface de l'arbre jusqu'à l'entrefer entre rotor et stator, lesdits logements contenant les- 15 dits aimants permanents (4),
- un flasque latéral (5) de chaque côté dudit ensemble axialement, l'arbre traversant ledit flasque latéral (5) par un évidement central aménagé sur ledit flasque latéral, 20
- au moins un tirant (6) par pièce polaire, traversant chaque pièce polaire et permettant de les enserrer entre les flasques latéraux,

dans laquelle ledit arbre, vu en section perpendiculaire à l'axe de rotation, forme une figure non circulaire convexe, coopérant avec ledit ensemble pour l'immobiliser en rotation relative par rapport audit arbre. 25

2. Machine selon la revendication 1 dans laquelle 30 l'arbre, vu en section perpendiculaire à l'axe de rotation, forme un polygone convexe comportant des facettes planes séparées par des arêtes (21).
3. Machine selon la revendication 2 dans laquelle chaque pièce polaire, vue en section perpendiculaire à l'axe de rotation, présente des bords sensiblement radiaux en regard des aimants et, en regard de l'arbre, forme un angle rentrant destiné à centrer ladite pièce polaire sur l'une des arêtes (21) de 40 l'arbre.
4. Machine selon la revendication 2 ou 3 dans laquelle ledit ensemble comporte des aimants parallélépipédiques en contact direct sur les facettes planes 45 de l'arbre (2).
5. Machine selon l'une des revendications 1 à 4 dans laquelle l'arbre présente une section identique à toute position axiale entre les flasques latéraux et 50 en regard de ceux-ci.
6. Machine selon l'une des revendications 1 à 5 dans laquelle chaque pièce polaire comporte un empilage de tôles ferro-magnétiques (3), chaque 55 tôle étant sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'arbre.

7. Machine selon l'une des revendications 1 à 6, comportant au moins un flasque intermédiaire (7), chaque pièce polaire étant divisée en plusieurs secteurs (30A, 30B, ...) alignés axialement et séparés par un flasque intermédiaire, l'arbre traversant chaque flasque intermédiaire par un évidement central, chaque flasque intermédiaire étant traversé par ledit au moins un tirant par pièce polaire.

10 8. Machine selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le stator comporte une canalisation pour la circulation d'un fluide de refroidissement.



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 12 2255

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS									
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl7)						
Y	EP 0 431 514 A (GEC ALSTHOM) 12 juin 1991 (1991-06-12) * page 3, colonne 3, ligne 34 - ligne 58; figures *	1	H02K1/27 H02K1/28						
Y	US 4 506 181 A (JONES ET AL.) 19 mars 1985 (1985-03-19) * colonne 4, ligne 30 - ligne 34; figure 4 *	1							
A	EP 0 333 869 A (FANUC) 27 septembre 1989 (1989-09-27) * page 3, colonne 3, ligne 55 - colonne 4, ligne 13; figures *	1							
-----									
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl7)									
H02K									
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Lieu de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Date d'achèvement de la recherche</td> <td style="width: 33%;">Examinateur</td> </tr> <tr> <td>BERLIN</td> <td>1 mars 2000</td> <td>Kempen, P</td> </tr> </table>				Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	BERLIN	1 mars 2000	Kempen, P
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur							
BERLIN	1 mars 2000	Kempen, P							
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie      A : arrête-plan technologique      O : divulgarion non écritte      P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention      E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date      D : cité dans la demande      L : cité pour d'autres raisons      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>									

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 12 2255

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Cesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du.  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-03-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 431514 A	12-06-1991	FR	2655784 A	14-06-1991
		AT	102765 T	15-03-1994
		DE	69007244 D	14-04-1994
		DE	69007244 T	16-06-1994
		- DK	431514 T	20-06-1994
		ES	2050917 T	01-06-1994
		JP	4340340 A	26-11-1992
		US	5091668 A	25-02-1992
<hr/>				
US 4506181 A	19-03-1985	CA	1211148 A	09-09-1986
<hr/>				
EP 333869 A	27-09-1989	JP	1064548 A	18-03-1989
		DE	3881865 A	22-07-1993
		DE	3881865 T	11-11-1993
		WO	8902183 A	09-03-1989
		KR	9200509 B	14-01-1992
		US	5010266 A	23-04-1991
<hr/>				

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82



European Patent  
Office

## EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 91 20 1642

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claims	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. CL.5)
X	EP-A-0 337 032 (NIPPON STEEL CORPORATION ET AL.) * column 1, line 1 - line 4 * * column 6, line 12 - column 7, line 26; figures 3, 9 *	1,6,7	B60K7/00 B61C9/46 //B60L15/08
A	DE-A-2 719 736 (F. BURTON) * claim 1; figure 2 *	1,6	
A	US-A-4 585 085 (P. HANDEL ET AL.) * column 3, line 58 - column 4, line 21; figure 3 *	1,6,7	
<b>TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. CL.5)</b>			
B60K B61C			
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search	Date of completion of the search	Examiner	
BERLIN	12 OCTOBER 1992	WESTERMAYER W.	
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document			
T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons ..... & : member of the same patent family, corresponding document			